

Optimasi *Microwave Assisted Extraction* Daun Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) Sebagai Aplikasi Tabir Surya pada Sediaan *Body Lotion*

Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) Leaves and Its Application as a Natural Sunscreen in Body Lotion Formulation

**Khoirul Anwar^{1*)}, Gharsina Ghaisani Yumni²⁾, Ayu Shabrina³⁾, Aulia Septiani Putri⁴⁾,
Melani Putri Britama⁵⁾, Sugito Chandra⁶⁾**

¹⁻⁶⁾Pharmacy Study Program, Faculty of Pharmacy, Wahid Hasyim University, Semarang, Indonesia

***e-mail: khoirula@unwahas.ac.id**

ABSTRACT

*Excessive exposure to ultraviolet (UV) radiation can cause various skin disorders, highlighting the need for effective and safe sunscreen products. This study aimed to optimize the extraction of dewandaru leaves (*Eugenia uniflora* L.) using Microwave-Assisted Extraction (MAE) and to evaluate their potential as a natural sunscreen active ingredient in body lotion formulations. Optimization was carried out using Response Surface Methodology (RSM) by varying extraction temperature and time. The results showed that the optimum extraction condition was achieved at 80 °C for 30 minutes, producing an extract yield of 31.88% and a Sun Protection Factor (SPF) value of 39.90, categorized as ultra protection. Phytochemical screening and FTIR analysis confirmed the presence of phenolic and flavonoid compounds responsible for photoprotective activity. Body lotion formulations containing 5%, 10%, and 15% extract met the required physical quality parameters, including homogeneity, pH, viscosity, spreadability, adhesiveness, and oil-in-water (O/W) emulsion type. These findings indicate that dewandaru leaf ethanol extract has strong potential as an effective and safe natural sunscreen active ingredient.*

Keywords: *Eugenia uniflora*; *Microwave-Assisted Extraction*; SPF; natural sunscreen; body lotion

ABSTRAK

Paparan radiasi ultraviolet (UV) yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai gangguan kulit sehingga diperlukan tabir surya yang efektif dan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi ekstraksi daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) serta mengevaluasi potensinya sebagai bahan aktif tabir surya alami dalam sediaan *body lotion*. Optimasi dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variasi suhu dan waktu ekstraksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik dalam rentang yang diuji diperoleh pada suhu 80 °C selama 30 menit, menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 31,88% dan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) sebesar 39,90, yang termasuk dalam kategori proteksi ultra. Nilai respons terbaik diperoleh pada batas (corner) daerah desain percobaan sehingga kondisi tersebut merepresentasikan kondisi terbaik dalam rentang faktor yang diteliti, bukan titik optimum interior berdasarkan model RSM. Skrining fitokimia dan analisis FTIR mengonfirmasi adanya senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan dalam aktivitas fotoprotektif. Formulasi *body lotion* dengan konsentrasi ekstrak 5%, 10%, dan 15% memenuhi persyaratan mutu fisik meliputi homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, dan tipe emulsi minyak dalam air (M/A). Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dewandaru berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif tabir surya alami yang efektif.

Kata kunci: Dewandaru; *Microwave-Assisted Extraction*; SPF; tabir surya alami; *body lotion*

PENDAHULUAN

Paparan radiasi ultraviolet (UV) dari sinar matahari merupakan salah satu faktor utama yang dapat memicu berbagai gangguan pada kulit, seperti eritema, hiperpigmentasi, penuaan dini, hingga meningkatnya risiko terjadinya kanker kulit. Oleh karena itu, penggunaan tabir surya sebagai bentuk perlindungan terhadap kulit menjadi sangat penting, terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah tropis dengan paparan sinar matahari yang relatif tinggi sepanjang tahun. Meskipun demikian, penggunaan bahan aktif tabir surya sintetis dalam jangka panjang dilaporkan berpotensi menimbulkan iritasi kulit serta memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya penelitian untuk memperoleh bahan aktif tabir surya yang berasal dari sumber alam, yang dinilai lebih aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. (Li et al., 2022). Seiring meningkatnya perhatian terhadap keamanan bahan aktif kosmetik, pemanfaatan bahan alam sebagai agen fotoprotektif terus berkembang. Kandungan metabolit sekunder, terutama senyawa fenolik dan flavonoid, diketahui mampu memberikan perlindungan terhadap kulit melalui dua mekanisme, yaitu menyerap radiasi ultraviolet (UV) dan bertindak sebagai antioksidan yang menetralkan radikal bebas akibat paparan sinar UV. (Milutinov et al., 2024). Mekanisme ganda tersebut menjadikan ekstrak tanaman berpotensi dikembangkan sebagai tabir surya alami dalam sediaan kosmetik topikal. Sejumlah studi internasional melaporkan bahwa formulasi kosmetik berbasis ekstrak tanaman dapat memberikan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) yang memadai sekaligus meningkatkan profil keamanan sediaan (Tsiapali et al., 2025).

Salah satu tanaman yang berpotensi dikembangkan sebagai sumber tabir surya alami adalah Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.). Tanaman ini dilaporkan mengandung berbagai senyawa bioaktif, khususnya flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik lain yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan tinggi (Silva et al., 2025; Magalhães et al., 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bagian daun *Eugenia uniflora* memiliki kapasitas penangkapan radikal bebas yang kuat serta kemampuan menyerap radiasi UV, sehingga berpotensi diaplikasikan dalam produk perawatan kulit. Berdasarkan penelitian Anwar et al. (2022) melaporkan bahwa ekstraksi etanol daun dewandaru menggunakan metode maserasi menghasilkan kandungan flavonoid yang signifikan sebesar 35,65 mg QE/g ekstrak serta senyawa fenolik total sebesar 327,52 mg GAE/g ekstrak. Ekstrak etanol daun dewandaru juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai IC_{50} sebesar 33,92 ppm. Senyawa flavonoid diketahui memiliki kemampuan menyerap sinar ultraviolet sehingga berpotensi berfungsi sebagai tabir surya, yang berkaitan dengan keberadaan gugus kromofor dalam struktur kimianya (Arbiyani et al., 2023).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan potensi antioksidan dan kandungan flavonoid daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.), kajian mengenai pemanfaatannya sebagai bahan aktif tabir surya alami masih terbatas (Lukmayani et al., 2025). Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada aktivitas antioksidan dan kandungan metabolit sekunder menggunakan metode ekstraksi konvensional, seperti maserasi, yang memiliki kelemahan berupa waktu ekstraksi yang lama, penggunaan pelarut yang tinggi, dan efisiensi ekstraksi senyawa aktif yang kurang optimal (Suryani et al., 2025, Cannavacciuolo et al., 2024). Selain itu, penelitian terkait optimasi parameter *microwave-assisted extraction* (MAE) terhadap aktivitas tabir surya ekstrak daun dewandaru, khususnya menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM), belum banyak dilaporkan. Kajian mengenai aplikasi ekstrak hasil optimasi MAE ke dalam sediaan *body lotion* serta evaluasi mutu fisik sediaannya juga masih sangat terbatas (Gómez et al., 2024). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan proses ekstraksi daun dewandaru menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) melalui pengaturan variasi suhu dan waktu ekstraksi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengevaluasi aktivitas

tabir surya ekstrak yang dihasilkan serta mengkaji potensinya sebagai bahan aktif dalam formulasi *body lotion*. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai pemanfaatan bahan alam sebagai sumber bahan aktif tabir surya yang efektif, aman, dan berkelanjutan.

METODE

Bahan

Daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) dikumpulkan dari Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, pada Januari 2025, kemudian dideterminasi di Laboratorium Ekologi dan Biosistematika, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro untuk memastikan identitas spesies tanaman. Sampel yang digunakan berupa daun segar berwarna hijau tua dan bebas kerusakan. Etanol 70% digunakan sebagai pelarut ekstraksi dan pengujian aktivitas tabir surya, sedangkan identifikasi fitokimia menggunakan pereaksi FeCl_3 , serbuk magnesium, amil alkohol, HCl pekat, dan aquadest.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan ekstrak kental meliputi *vacuum rotary evaporator* (Buchi®, Swiss), alat filtrasi vakum, seperangkat alat microwave laboratorium, kertas saring Whatman No. 1, erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, serta sendok tanduk. Pengujian aktivitas tabir surya dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800®, Japan) yang dilengkapi dengan mikropipet dan kuvet kuarsa, serta peralatan pendukung berupa cawan porselen dan timbangan analitik.

Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematika, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro. Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi identitas botani spesies yang digunakan sehingga keabsahan bahan penelitian dapat dipastikan. Berdasarkan hasil determinasi, identifikasi menggunakan kunci determinasi menghasilkan urutan 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15a yang menunjukkan karakter tanaman berdaun tunggal dengan susunan tersebar. Penelusuran selanjutnya melalui urutan kunci 109b-119b-120b-128b-129b-136b-139b-140b-142b-143b-146b-154b-155b-156a-157a-158a mengarahkan tanaman tersebut ke dalam famili *Myrtaceae*. Identifikasi pada tingkat genus menggunakan kunci 1a-2b-3b-7b-8b-9b-10b menunjukkan bahwa sampel termasuk genus *Eugenia*, sedangkan penentuan spesies melalui kunci 1b-7b-8b-11b-12b mengonfirmasi bahwa tanaman yang digunakan adalah *Eugenia uniflora* L. Dengan demikian, identitas botani sampel penelitian telah dipastikan sebagai dewandaru (*Eugenia uniflora* L.).

Pembuatan Ekstrak Etanol 70% Daun Dewandaru dengan *Design Expert 13.0*

Serbuk daun dewandaru sebanyak 50 g diekstraksi menggunakan etanol 70% sebanyak 500 mL sehingga diperoleh rasio bahan terhadap pelarut 1:10. Campuran simplisia dan pelarut dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi yang ditutup rapat untuk meminimalkan penguapan pelarut selama proses ekstraksi, kemudian diekstraksi menggunakan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) dengan variasi suhu dan waktu berdasarkan 13 kombinasi perlakuan sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Setelah proses ekstraksi selesai, larutan disaring

menggunakan corong Büchner dan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat hasil penyaringan selanjutnya dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental.

Optimasi proses ekstraksi dilakukan menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *Central Composite Design* (CCD) karena metode ini mampu mengevaluasi pengaruh simultan antarvariabel proses serta menentukan kondisi optimum secara lebih efisien dibandingkan metode konvensional satu faktor. Variabel bebas yang digunakan meliputi suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi, sedangkan respon yang diamati adalah rendemen ekstrak dan aktivitas tabir surya (SPF). Pendekatan RSM dipilih karena dapat menghasilkan model matematis untuk memprediksi hubungan antara parameter ekstraksi dan respon yang dihasilkan.

Tabel 1. Variasi Suhu dan Waktu *Design Expert* 13.0

Suhu (°C)	Waktu (menit)
40	10
60	20
40	30
60	30
80	20
60	10
60	20
80	10
60	20
80	30
40	20
60	20
60	20

Skrining Fitokimia

a. Identifikasi Senyawa Fenolik

Ekstrak etanol daun dewandaru sebanyak 1 g dilarutkan dalam etanol 70%. Sebanyak 1 mL larutan yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian direaksikan dengan dua tetes larutan FeCl_3 5%. (Manongko et al., 2020). Perubahan warna larutan menjadi biru, biru kehitaman, atau gelap lainnya menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa fenolik (Manongko et al., 2020).

b. Identifikasi Senyawa Flavonoid

Larutan ekstrak dibuat dengan melarutkan 1 g ekstrak dalam 5 mL etanol 70%, kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh sebanyak 1 mL direaksikan dalam tabung reaksi dengan 0,1 g serbuk magnesium, selanjutnya ditambahkan 1 mL HCl pekat dan 2 mL amil alkohol. (Mulyani et al., 2023). Munculnya perubahan warna larutan menjadi jingga sampai merah mengindikasikan bahwa ekstrak daun dewandaru mengandung senyawa flavonoid. (Wahyuningtyas et al., 2025).

Identifikasi FTIR

Sampel ekstrak kental daun dewandaru dianalisis spektrumnya menggunakan spektrofotometer FTIR pada rentang bilangan gelombang 3800-800 cm^{-1} (Anwar et al., 2022).

Uji Aktivitas Tabir Surya

a. Pembuatan Larutan Induk 10.000 ppm

Larutan induk ekstrak dibuat dengan melarutkan 500 mg ekstrak etanol daun dewandaru ke dalam 5 mL etanol 70%. Larutan tersebut kemudian dipindahkan ke dalam labu takar berkapasitas 50 mL dan volumenya dicukupkan menggunakan etanol 70% hingga mencapai tanda batas. Larutan yang diperoleh memiliki konsentrasi akhir sebesar 10.000 ppm dan selanjutnya digunakan sebagai larutan stok untuk pengujian aktivitas tabir surya secara *in vitro*. (Anwar et al., 2022).

b. Penentuan Aktivitas Tabir Surya

Penentuan aktivitas tabir surya dilakukan melalui pengukuran nilai *Sun Protection Factor* (SPF) secara *in vitro* dengan bantuan spektrofotometer UV-Vis. Larutan stok ekstrak etanol daun dewandaru berkonsentrasi 10.000 ppm digunakan sebagai larutan awal, kemudian dibuat lima tingkat pengenceran sehingga diperoleh konsentrasi 1000, 2000, 3000, 4000, dan 5000 ppm. Pengenceran dilakukan dengan memindahkan masing-masing 1, 2, 3, 4, dan 5 mL larutan stok ke dalam labu takar 10 mL, kemudian ditambahkan etanol p.a. hingga volume akhir tercapai. Nilai absorbansi setiap larutan diukur pada panjang gelombang 290–320 nm, selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai SPF menurut metode Mansur. Dalam analisis *Response Surface Methodology* (RSM), nilai SPF yang diperoleh pada konsentrasi 5000 ppm digunakan sebagai variabel respons (Yulianti et al., 2015).

Tabel 2. Formula *Body Lotion* Ekstrak Daun Dewandaru

Bahan	Fungsi	F1	F2	F3
Ekstrak daun dewandaru	Zat aktif	5%	10%	15%
Trietanolamin (TEA)	Emulgator	3%	3%	3%
Asam stearate	Emulgator	6%	6%	6%
Lanolin	Emolien	3%	3%	3%
Setil Alkohol	Emolien	5%	5%	5%
Gliserin	Humektan	8%	8%	8%
Metil Paraben	Pengawet	0,1%	0,1%	0,1%
Propil Paraben	Pengawet	0,1%	0,1%	0,1%
Aquadest	Pelarut	100 mL	100 mL	100 mL

Pembuatan *Body Lotion* Ekstrak Daun Dewandaru

Formulasi *body lotion* dilakukan dengan metode emulsi menggunakan dua fase, yaitu fase minyak dan fase air. Komponen fase minyak, meliputi asam stearat, lanolin, setil alkohol, serta propil paraben, dilebur dalam *water bath* pada suhu 65–75 °C hingga seluruh bahan mencair sempurna. Pada saat yang bersamaan, fase air yang terdiri atas akuades, gliserin, trietanolamin, dan metil paraben dipanaskan secara terpisah hingga homogen. Kedua fase kemudian dicampurkan dengan cara menambahkan fase air secara bertahap ke dalam fase minyak sambil dilakukan pengadukan kontinu menggunakan lumpang dan stamper sampai diperoleh emulsi yang stabil. Setelah basis lotion terbentuk, ekstrak etanol daun dewandaru dimasukkan dan diaduk hingga terdistribusi merata. Sediaan akhir kemudian dipindahkan ke dalam wadah tertutup untuk selanjutnya dilakukan evaluasi karakteristik fisik (Wulanawati et al., 2025).

Evaluasi Sediaan

Seluruh pengujian dan pengamatan dilakukan minimal dalam tiga kali pengulangan (triplo) untuk meningkatkan keakuratan dan reliabilitas hasil penelitian.

a. **Uji organoleptis**

Evaluasi organoleptis dilakukan dengan mengamati karakteristik fisik sediaan *body lotion*, meliputi warna, aroma, serta kenyamanan penggunaan saat diaplikasikan pada permukaan kulit (Febrianto, 2021).

b. **Uji homogenitas**

Uji homogenitas dilakukan dengan mengoleskan sebanyak 0,1 g sediaan lotion secara merata di antara dua kaca objek. Selanjutnya, preparat diamati menggunakan kaca pembesar untuk memastikan bahwa sediaan memiliki distribusi yang seragam tanpa adanya partikel kasar atau komponen yang tidak tercampur (Febrianto, 2021).

c. **Uji pH**

Pengukuran pH dilakukan dengan melarutkan 1 g sediaan lotion ke dalam 10 mL akuades hingga homogen. Nilai pH larutan kemudian ditentukan menggunakan pH meter untuk mengevaluasi kesesuaiannya dengan rentang pH fisiologis kulit (Febrianto, 2021).

d. **Uji viskositas**

Penentuan viskositas dilakukan dengan memanfaatkan viskometer Brookfield tipe DV-E. Sebanyak 120 g lotion dimasukkan ke dalam wadah sampel, kemudian spindle nomor 64 dipasang dan alat dioperasikan pada kecepatan 10 rpm. Nilai viskositas diperoleh dari hasil pembacaan yang telah stabil dan selanjutnya digunakan sebagai data pengujian (Febrianto, 2021).

e. **Uji daya lekat**

Sebanyak 0,1 g lotion dioleskan di antara dua kaca objek, kemudian diberikan beban 50 g dan didiamkan selama 5 menit agar kontak antarpermukaan terbentuk secara optimal. Setelah pembebanan selesai, beban dilepaskan dan lama waktu hingga kedua kaca objek saling terpisah diukur sebagai parameter daya lekat sediaan (Febrianto, 2021).

f. **Uji daya sebar**

Sebanyak 0,5 g lotion ditempatkan pada permukaan kaca bundar berskala dan ditutup menggunakan kaca bundar kedua. Setelah didiamkan selama 1 menit, diameter penyebaran awal diukur. Pengujian dilanjutkan dengan memberikan beban secara bertingkat sebesar 50, 100, 150, dan 200 g. Pada setiap tahap pembebanan, sampel dibiarkan selama 1 menit sebelum dilakukan pengukuran kembali terhadap diameter sebar (Febrianto, 2021).

g. **Penentuan tipe emulsi**

Identifikasi tipe emulsi dilakukan melalui uji pewarnaan menggunakan metilen biru. Sedikit sediaan lotion diletakkan di atas kaca objek, kemudian dicampur dengan satu tetes larutan metilen biru hingga homogen. Setelah itu, preparat diamati di bawah mikroskop untuk mengetahui distribusi pewarna. Apabila metilen biru tersebar pada fase kontinu, maka sediaan dinyatakan sebagai emulsi tipe minyak dalam air (M/A) (Febrianto, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Simplisia dan Serbuk Daun Dewandaru

Daun dewandaru yang digunakan dalam penelitian dipanen dari beberapa pohon yang tumbuh pada lokasi yang sama untuk mengurangi variasi kandungan senyawa aktif yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Proses pemanenan dilakukan pada pagi hari dengan tujuan menjaga kestabilan metabolit sekunder, terutama senyawa fenolik dan flavonoid, dari

kemungkinan penurunan akibat meningkatnya suhu serta intensitas radiasi matahari pada siang hari. Tahap sortasi basah dilakukan dengan memisahkan daun dari tangkainya, kemudian dipilih daun yang masih berwarna hijau, utuh, dan bebas dari kerusakan maupun lubang. Setelah dicuci menggunakan air mengalir, daun dikeringkan dalam oven untuk mengurangi kadar air sehingga stabilitas selama penyimpanan dapat dipertahankan. Bobot daun segar yang diperoleh mencapai 680 g. Selanjutnya, pengeringan dilanjutkan pada suhu 50 °C dan diikuti dengan sortasi kering untuk menghilangkan sisa pengotor. Simplisia kering kemudian dihaluskan menggunakan mesin penyerbuk hingga lolos ayakan 60 mesh guna memperkecil ukuran partikel sehingga proses ekstraksi menjadi lebih efisien. Serbuk simplisia yang dihasilkan sebanyak 325 g dengan kadar air sebesar 4%, sehingga telah memenuhi persyaratan mutu simplisia (kadar air <10%) dan dinilai cukup stabil untuk penyimpanan karena memiliki risiko pertumbuhan mikroorganisme yang rendah.

Ekstraksi Daun Dewandaru

Ekstraksi daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) dilakukan menggunakan metode *microwave assisted extraction* (MAE). Sebanyak 50 g serbuk daun diekstraksi dengan pelarut etanol 70% sebanyak 500 mL (perbandingan 1:10). Etanol 70% dipilih karena efektif dalam menyari senyawa flavonoid dan fenolik yang berperan dalam aktivitas tabir surya, sehingga berpotensi menghasilkan nilai SPF yang tinggi. Lukmayani et al. (2025) melaporkan bahwa etanol 70% mampu mengekstraksi flavonoid secara efektif dari daun sirih merah dan menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain itu, Anwar et al. (2022) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dewandaru mengandung flavonoid dan fenolik total yang tinggi, yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Kandungan flavonoid dan fenolik tersebut diketahui memiliki gugus kromofor yang mampu menyerap radiasi ultraviolet sehingga berpotensi meningkatkan nilai SPF ekstrak (Li et al., 2022). Penggunaan etanol dengan konsentrasi lebih tinggi dapat menurunkan kadar flavonoid akibat berkurangnya kepolaran pelarut. Optimasi proses ekstraksi dilakukan menggunakan *response surface methodology* (RSM) dengan desain *central composite design* (CCD) melalui 13 variasi perlakuan suhu dan waktu menggunakan aplikasi Design Expert 13.0. Pendekatan ini digunakan untuk menentukan kondisi suhu dan waktu optimum serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap rendemen dan aktivitas tabir surya ekstrak etanol daun dewandaru.

Tabel 3. Data Hasil Respon Rendemen

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Rendemen (%)
40	10	10.358
60	20	23.194
40	30	16.848
60	30	23.652
80	20	29.4202
60	10	16.8528
60	20	19.1766
80	10	25.708
60	20	11.8166
80	30	31.8894
40	20	12.816
60	20	18.476
60	20	21.2922

Hasil pengamatan pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa nilai rendemen meningkat seiring dengan kenaikan suhu dan waktu ekstraksi. Perlakuan pada suhu 40 °C selama 10 menit menghasilkan rendemen terendah sebesar 10,36%, sedangkan perlakuan pada suhu 80 °C selama 30 menit menghasilkan rendemen tertinggi, yaitu 31,88%. Peningkatan rendemen tersebut diperkirakan terjadi karena pemanasan oleh gelombang mikro mampu meningkatkan tekanan di dalam jaringan tanaman, sehingga struktur dinding sel menjadi lebih mudah terdisrupsi. Keadaan ini mempermudah penetrasi pelarut sekaligus mempercepat pelepasan senyawa metabolit sekunder ke dalam medium ekstraksi, sehingga jumlah ekstrak yang diperoleh semakin besar (Melikoglu, 2025). Selain dipengaruhi oleh suhu, lamanya proses ekstraksi juga meningkatkan intensitas kontak antara pelarut dan matriks tanaman, sehingga difusi senyawa bioaktif ke dalam pelarut berlangsung lebih optimal. Kondisi tersebut menyebabkan jumlah senyawa yang berhasil diekstraksi cenderung meningkat. Meskipun demikian, penggunaan suhu yang terlalu tinggi maupun waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat memicu degradasi senyawa aktif yang bersifat sensitif terhadap panas. Oleh karena itu, diperlukan penentuan kondisi ekstraksi yang tepat agar rendemen yang dihasilkan tetap tinggi tanpa mengurangi mutu ekstrak.

Tabel 4. Hasil Anova Respon Nilai Rendemen

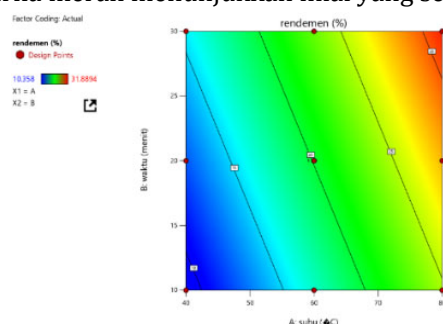
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	431.28	2	215.64	23.74	0.0002	Significant
A-suhu	368.10	1	368.10	40.53	< 0.0001	
B-waktu	63.18	1	63.18	6.96	0.0248	
Residual	90.82	10	9.08			
Lack of Fit	16.29	6	2.71	0.1457	0.9800	not significant
Pure Error	74.53	4	18.63			
Cor Total	522.10	12				

Kesesuaian model terhadap data respons dievaluasi menggunakan analisis ANOVA. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model linear memberikan performa terbaik, yang ditunjukkan oleh nilai *p-value* sebesar 0,0002 ($p < 0,05$), sehingga model dinyatakan signifikan secara statistik. Nilai *lack of fit* sebesar 0,98 ($p > 0,05$) mengindikasikan bahwa model mampu merepresentasikan data dengan baik karena tidak ditemukan penyimpangan yang signifikan pada rentang faktor penelitian. Penentuan kelayakan model selanjutnya diperkuat melalui evaluasi diagnostik, tidak hanya berdasarkan uji *lack of fit*, tetapi juga dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap data eksperimen. Pada normal probability plot, residual tampak mengikuti distribusi normal, sedangkan grafik residual terhadap nilai prediksi memperlihatkan sebaran yang acak tanpa pola sistematis. Hasil evaluasi tersebut menunjukkan bahwa asumsi dasar analisis regresi telah terpenuhi, sehingga model layak digunakan untuk menggambarkan hubungan antara suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen ekstrak.

Tabel 5. Fit Statistics

Std.Dev.	3.01	R²	0.8260
Mean	20.12	Adjusted R²	0.7913
C.V. %	14.98	Predicted R²	0.7768
		Adeq Precision	15.3039

Hasil analisis menunjukkan bahwa model memiliki nilai R^2 sebesar 0,8260, yang berarti 82,60% perubahan nilai rendemen dapat diterangkan oleh kombinasi faktor suhu dan waktu ekstraksi. Sementara itu, proporsi variasi yang tidak dapat dijelaskan dipengaruhi oleh faktor lain di luar variabel yang diteliti. Selisih antara nilai *adjusted* R^2 dan *predicted* R^2 yang kurang dari 0,2 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang baik terhadap data aktual. Kualitas model juga tercermin dari nilai C.V. sebesar 14,98%, yang mengindikasikan tingkat ketelitian hasil analisis yang memadai, serta nilai *adequate precision* sebesar 15,304 yang menunjukkan rasio sinyal terhadap derau telah memenuhi kriteria untuk menghasilkan prediksi yang andal. Untuk memperjelas hubungan kedua faktor terhadap rendemen, digunakan visualisasi berupa plot kontur dan grafik tiga dimensi. Pada visualisasi tersebut, sumbu horizontal menggambarkan suhu ekstraksi, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan waktu ekstraksi. Intensitas warna menggambarkan besarnya respons rendemen, dengan warna biru menandakan nilai yang rendah dan warna merah menunjukkan nilai yang semakin tinggi.



Gambar 1. Grafik *contour* Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Rendemen

Berdasarkan plot kontur, rendemen terendah diperoleh pada suhu 40 °C selama 10 menit sebesar 10,36%, sedangkan rendemen optimum sebesar 31,89% dicapai pada suhu 80 °C selama 30 menit. Peningkatan suhu dan waktu ekstraksi menunjukkan kecenderungan peningkatan rendemen (Wang et al., 2025). Hal ini sejalan dengan laporan Rostagno & Prado (2013) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu pada ekstraksi berbasis microwave dapat meningkatkan rendemen melalui percepatan pelepasan senyawa dari matriks sel, meskipun suhu yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan degradasi senyawa. Selain itu, lamanya waktu ekstraksi meningkatkan interaksi antara pelarut dan senyawa bioaktif, sehingga jumlah metabolit sekunder yang terekstraksi menjadi lebih besar (Isdiyanti et al., 2021).

Skrining Fitokimia

Tabel 6. Hasil Uji Skrining Fitokimia

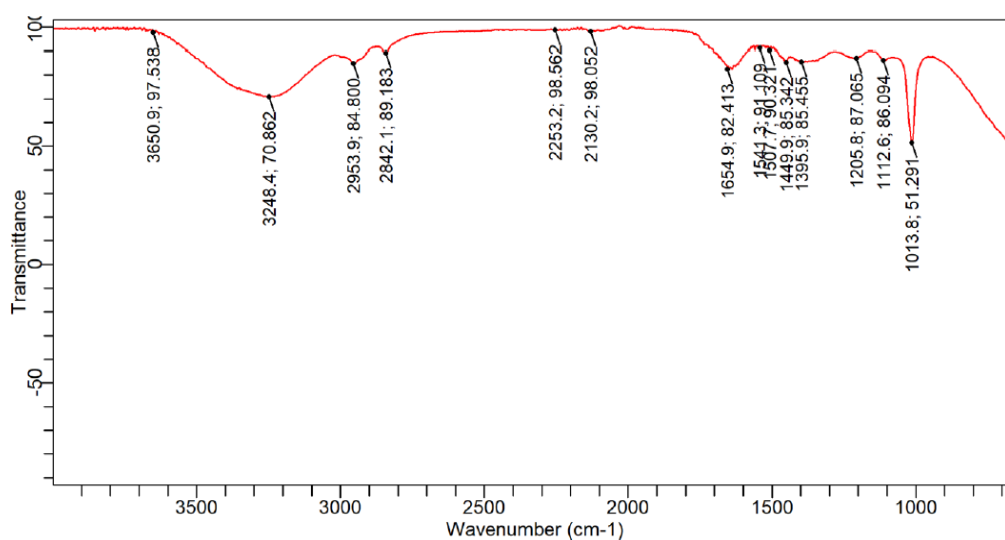
Skrining	Pereaksi	Tanda Positif	Hasil
Fenolik	HCl pekat FeCl_3	Terbentuk warna biru, hitam-biru, hijau-biru	Positif
Flavonoid	Logam Mg Amil alkohol	Terbentuknya warna merah, kuning, atau jingga.	Positif

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada Tabel 6, ekstrak etanol daun dewandaru terbukti mengandung senyawa fenolik dan flavonoid. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Anwar et al. (2022), yang menyatakan bahwa ekstrak etanol daun dewandaru juga mengandung kedua golongan metabolit sekunder tersebut. Keberadaan senyawa fenolik ditunjukkan oleh perubahan warna larutan dari hijau kekuningan menjadi hijau kehitaman setelah penambahan pereaksi FeCl_3 . Perubahan warna tersebut terjadi akibat pembentukan kompleks antara ion Fe^{3+} dengan gugus hidroksil aromatik pada senyawa fenol (Haryati, N.A., Saleh, C. 2015). Sementara itu, identifikasi flavonoid ditandai dengan munculnya warna merah kecoklatan hingga jingga pada lapisan amil alkohol setelah penambahan pereaksi, yang mengindikasikan adanya senyawa flavonoid, terutama dari golongan flavon, kalkon, atau auron. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat dinyatakan bahwa ekstrak etanol daun dewandaru memberikan hasil positif terhadap kandungan senyawa fenolik dan flavonoid (Hasibuan et al., 2020).

Hasil Spektra FTIR Ekstrak Daun Dewandaru

Tabel 7. Spektra IR Ekstrak Etanol Daun Dewandaru

No	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Rentang Pustaka (cm^{-1})	Keterangan
1	3248.4	O-H terikat (H-bonded)	3200–3500	O-H fenolik terlibat ikatan H $\rightarrow$ umum pada flavonoid
2	1654.9	C=C aromatik / C=O (konjugasi)	1600–1650 (C=C aromatik)	Menunjukkan cincin aromatik terkonjugasi seperti pada flavonoid
3	1507.7 - 1541.3	C=C aromatic	1450–1600	Getaran peregangan dari cincin aromatik
4	1112.6 - 1205.8	C-O stretch (fenol/eter/aril)	1000–1300	C-O dari gugus -OH aromatik atau gugus eter dalam flavonoid



Gambar 2. Spektra ekstrak etanol daun dewandaru

Berdasarkan data pada Tabel 7 dan Gambar 2 spektrum FTIR memperlihatkan keberadaan pita serapan pada $3650,9\text{ cm}^{-1}$ dan $3248,4\text{ cm}^{-1}$ yang berkaitan dengan gugus hidroksil bebas maupun terikat, yang umumnya dijumpai pada senyawa fenolik dan flavonoid. Puncak serapan pada daerah $1507,7\text{ cm}^{-1}$, $1541,3\text{ cm}^{-1}$, dan $1654,9\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya sistem cincin aromatik terkonjugasi. Selain itu, pita serapan pada rentang $1112,6\text{--}1205,8\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan keberadaan gugus C–O yang khas pada struktur fenol atau eter. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa sampel mengandung senyawa golongan fenol dan flavonoid.

Keberadaan senyawa fenolik dan flavonoid pada ekstrak daun dewandaru diduga berkontribusi langsung terhadap aktivitas tabir surya yang dihasilkan. Senyawa flavonoid memiliki sistem ikatan rangkap terkonjugasi dan gugus kromofor yang mampu menyerap radiasi ultraviolet, khususnya pada daerah UV-A dan UV-B, sehingga dapat mengurangi penetrasi sinar UV ke kulit. Selain berperan sebagai penyerap UV, senyawa fenolik dan flavonoid juga memiliki aktivitas antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas akibat paparan sinar ultraviolet. Aktivitas antioksidan tersebut penting dalam mencegah kerusakan oksidatif pada sel kulit yang dipicu oleh radiasi UV.

Hasil FTIR yang menunjukkan keberadaan gugus O–H fenolik, cincin aromatik terkonjugasi, dan gugus C–O semakin memperkuat dugaan adanya senyawa flavonoid dan fenolik dalam ekstrak. Struktur aromatik terkonjugasi diketahui berperan dalam mekanisme absorpsi sinar ultraviolet karena mampu mengalami transisi elektron saat terpapar energi UV. Dengan demikian, kandungan metabolit sekunder pada ekstrak daun dewandaru diduga menjadi faktor utama yang menyebabkan tingginya nilai SPF pada penelitian ini.

Uji Aktivitas Tabir Surya

Kemampuan suatu sediaan tabir surya dalam memberikan perlindungan terhadap radiasi ultraviolet (UV) umumnya dinilai berdasarkan besarnya nilai Sun Protection Factor (SPF). Semakin tinggi nilai SPF, semakin besar pula kemampuan sediaan dalam mengurangi dampak paparan sinar UV pada kulit. Dalam penelitian ini, pengujian SPF dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan mengacu pada metode Mansur. Analisis diawali dengan pembuatan larutan sampel melalui proses pengenceran, kemudian absorbansi diukur untuk memperoleh nilai SPF. Pendekatan ini dipilih karena memberikan hasil yang baik pada sampel yang dapat dilarutkan secara homogen, namun kurang sesuai diterapkan pada sediaan yang bersifat kental atau memiliki viskositas tinggi sehingga tidak memungkinkan dilakukan pengenceran secara optimal.

Tabel 8. Data Hasil Respon Tabir Surya

Suhu	Waktu	Aktivitas Tabir Surya				
		1000 ppm	2000 ppm	3000 ppm	4000 ppm	5000 ppm
40	10	5.59468	6.7418	14.9664	21.6974	26.0697
60	20	10.9562	15.6367	18.6323	31.5848	38.9828
40	30	9.57466	14.3547	16.9403	35.1425	37.4915
60	30	11.7601	15.9179	27.1909	37.8507	39.9335
80	20	12.6836	23.6325	31.4849	38.1463	39.617
60	10	9.13101	15.8436	24.2036	32.0386	38.7452
60	20	12.1477	12.8287	17.4796	26.7922	30.7144
80	10	15.0237	18.5964	31.2149	36.4123	39.5549
60	20	9.29108	11.9244	19.3996	36.3852	39.3409
80	30	12.9006	25.3978	32.6636	35.3161	39.9029
40	20	7.90203	11.6174	17.6609	21.6619	35.8829
60	20	9.31105	10.726	20.3111	27.053	37.4781
60	20	17.2855	29.9602	30.7874	39.2644	39.7631

Berdasarkan hasil penentuan nilai SPF, ekstrak daun dewandaru pada konsentrasi 4000 dan 5000 ppm dikategorikan sebagai *ultra sun protection* karena memiliki nilai SPF lebih dari 15. Kategori tersebut menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam melindungi kulit dari *sunburn* tanpa menyebabkan *tanning*. Pada konsentrasi 3000 ppm, sebagian besar perlakuan juga termasuk dalam kategori *ultra*, sedangkan perlakuan pada suhu 40 °C selama 10 menit masih berada pada kategori proteksi maksimal. Meskipun demikian, kategori proteksi maksimal tetap memberikan perlindungan yang tinggi terhadap *sunburn* dengan risiko *tanning* yang rendah. Untuk konsentrasi 2000 ppm, perlakuan pada suhu 60 °C selama 10, 20, dan 30 menit menghasilkan kategori proteksi maksimal, sedangkan peningkatan suhu menjadi 80 °C pada rentang waktu yang sama meningkatkan aktivitas tabir surya hingga mencapai kategori *ultra*. Berbeda dengan perlakuan tersebut, ekstrak pada konsentrasi 1000 dan 2000 ppm yang diperoleh melalui ekstraksi pada suhu 40 °C selama 10 menit hanya menunjukkan nilai SPF dalam kisaran 4–6, sehingga termasuk kategori proteksi sedang dengan kemampuan perlindungan yang relatif lebih rendah terhadap paparan radiasi UV.

Berdasarkan hasil pengukuran, peningkatan konsentrasi ekstrak dari 1000 hingga 5000 ppm diikuti oleh kenaikan nilai SPF, yang menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dan kemampuan fotoproteksinya. Temuan ini sesuai dengan laporan Yulianti et al., (2015), yang menyatakan bahwa nilai SPF cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak. Secara teoritis, hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui hukum Lambert–Beer, di mana konsentrasi analit yang lebih tinggi menghasilkan absorbansi yang lebih besar sehingga penyerapan radiasi ultraviolet menjadi lebih efektif. Dengan demikian, ekstrak berkonsentrasi tinggi mampu memberikan perlindungan yang lebih optimal terhadap paparan sinar UV. Aktivitas fotoprotektif tersebut didukung oleh keberadaan senyawa fenolik dan flavonoid yang mengandung gugus kromofor, sehingga berperan dalam menyerap radiasi ultraviolet (Li et al., 2022).

Peningkatan suhu dan durasi ekstraksi pada metode MAE berkorelasi dengan bertambahnya nilai SPF ekstrak daun dewandaru. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi berlangsung lebih efektif dalam melepaskan senyawa bioaktif yang tersimpan di dalam matriks sel tanaman. Energi gelombang mikro menghasilkan pemanasan dari bagian dalam jaringan (*volumetric heating*), yang meningkatkan tekanan intraseluler dan menyebabkan dinding sel lebih mudah mengalami kerusakan. Akibatnya, senyawa fenolik dan flavonoid lebih banyak berdifusi ke dalam pelarut. Semakin tinggi kadar kedua metabolit sekunder tersebut dalam ekstrak, semakin besar pula kemampuan ekstrak menyerap radiasi ultraviolet, sehingga efektivitas fotoproteksinya yang ditunjukkan oleh nilai SPF menjadi semakin tinggi.

Hasil penelitian ini konsisten dengan laporan Anwar et al. (2022), yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dewandaru kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid serta memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Temuan tersebut sejalan dengan Arbiyani et al. (2023), yang menjelaskan bahwa flavonoid dapat berperan sebagai bahan fotoprotektif alami karena gugus kromofor pada struktur molekulnya mampu menyerap radiasi ultraviolet secara efektif. Pada kondisi ekstraksi optimum, ekstrak daun dewandaru menghasilkan nilai SPF sebesar 39,90 yang termasuk kategori *ultra protection*. Capaian tersebut mengindikasikan kemampuan proteksi yang sangat baik dan lebih unggul dibandingkan beberapa ekstrak tanaman yang dilaporkan pada penelitian terdahulu dengan menggunakan teknik ekstraksi konvensional.

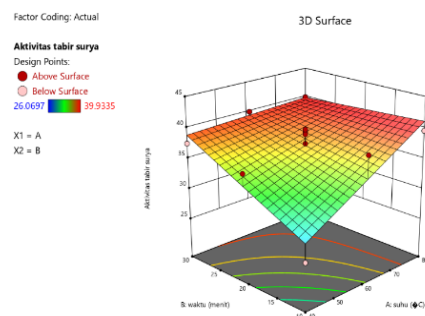
Dibandingkan teknik maserasi, metode MAE memberikan proses ekstraksi yang lebih efisien karena membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk memperoleh senyawa aktif dari bahan tanaman. Efektivitas metode ini terlihat pada kondisi optimum, yaitu suhu 80 °C selama 30

menit, yang menghasilkan rendemen ekstrak dan nilai SPF tertinggi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa optimasi suhu dan waktu pada proses MAE mampu meningkatkan efisiensi ekstraksi sekaligus memperbaiki aktivitas fotoprotektif ekstrak daun dewandaru.

Tabel 9. Hasil Anova Respon Aktivitas Tabir Surya

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	122.87	3	40.96	4.20	0.0409	Significant
A-suhu	64.23	1	64.23	6.58	0.0304	
B-waktu	27.99	1	27.99	2.87	0.1247	
AB	30.66	1	30.66	3.14	0.1101	
Residual	87.86	9	9.76			
Lack of Fit	31.40	5	6.28	0.4450	0.8010	not significant
Pure Error	56.46	4	14.11			
Cor Total	210.73	12				

Hasil analisis ANOVA yang disajikan pada Tabel 9 menunjukkan bahwa model two-factor interaction (2FI) merupakan model yang paling sesuai untuk menjelaskan respons nilai SPF. Model tersebut dinyatakan signifikan berdasarkan nilai *p-value* sebesar 0,0409 ($p < 0,05$). Sementara itu, nilai *lack of fit* sebesar 0,80 ($p > 0,05$) mengindikasikan bahwa tidak terdapat penyimpangan yang bermakna antara model dan data hasil percobaan pada rentang faktor yang diteliti. Oleh karena itu, kelayakan model tidak hanya ditentukan oleh hasil uji *lack of fit*, tetapi juga didukung oleh kesesuaian antara nilai prediksi model dengan hasil verifikasi eksperimen (Fathur et al., 2018). Variasi nilai absorbansi ekstrak dipengaruhi oleh kandungan senyawa aktif yang berperan sebagai tabir surya, sehingga peningkatan absorbansi diikuti oleh kenaikan nilai Sun Protection Factor (SPF) (Luthfi et al., 2024). Meskipun demikian, pada konsentrasi 5000 ppm terjadi sedikit penurunan nilai SPF pada perlakuan suhu 80 °C selama 10 menit (39,55) dibandingkan perlakuan suhu 60 °C selama 30 menit (39,93). Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan mulai terjadinya degradasi sebagian senyawa bioaktif akibat paparan energi gelombang mikro yang lebih tinggi. Visualisasi melalui grafik permukaan respons memperlihatkan bahwa peningkatan suhu dan waktu ekstraksi umumnya diikuti oleh peningkatan aktivitas tabir surya. Pemanasan yang dihasilkan selama proses Microwave-Assisted Extraction (MAE) meningkatkan tekanan di dalam sel tanaman sehingga mempercepat kerusakan dinding sel dan mempermudah pelepasan senyawa fenolik serta flavonoid ke dalam pelarut. Kedua golongan metabolit sekunder tersebut diketahui memiliki kemampuan menyerap radiasi ultraviolet sehingga berkontribusi terhadap peningkatan nilai SPF. Namun, apabila suhu ekstraksi terlalu tinggi, energi gelombang mikro dapat memicu degradasi sebagian senyawa aktif yang sensitif terhadap panas, sehingga peningkatan nilai SPF tidak selalu berlangsung secara linier (Pramudya et al., 2022).



Gambar 3. Grafik Tiga Dimensi Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Aktivitas Tabir Surya

Penentuan kondisi ekstraksi terbaik dilakukan melalui pendekatan *optimasi numerik* dengan mempertimbangkan dua respons sekaligus, yaitu rendemen ekstrak dan nilai SPF, menggunakan perangkat lunak *Design-Expert*. Berdasarkan hasil optimasi, kombinasi suhu 80 °C dan waktu ekstraksi 30 menit diprediksi menghasilkan rendemen sebesar 31,88% dan nilai SPF sebesar 39,85 dengan *overall desirability* mencapai 0,981. Nilai *desirability* yang sangat mendekati 1 menunjukkan bahwa kombinasi tersebut merupakan solusi terbaik untuk memperoleh kedua respons secara bersamaan dalam rentang kondisi yang diteliti. Hasil verifikasi eksperimen memperlihatkan rendemen sebesar 31,88% dan nilai SPF sebesar 39,90, yang sangat dekat dengan hasil prediksi model. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa model mampu memberikan prediksi yang andal terhadap data eksperimen. Oleh karena itu, kondisi ekstraksi pada suhu 80 °C selama 30 menit dipilih sebagai kondisi terbaik dalam penelitian ini karena memberikan keseimbangan yang paling baik antara rendemen dan aktivitas tabir surya, bukan sebagai titik optimum matematis pada seluruh ruang desain.

Evaluasi Sediaan *Hand Body Lotion*

Evaluasi terhadap formula *body lotion* yang mengandung ekstrak daun dewandaru pada konsentrasi 5% (F1), 10% (F2), dan 15% (F3) menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki karakteristik fisik yang baik. Perbedaan kadar ekstrak digunakan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi terhadap mutu fisik sediaan, yang meliputi pengamatan organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, dan tipe emulsi. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada penilaian karakteristik fisik sebagai evaluasi awal formulasi. Dengan demikian, pengujian aktivitas tabir surya pada sediaan *body lotion* tidak dilakukan, sehingga hasil evaluasi fisik tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas tabir surya ataupun dikorelasikan dengan nilai SPF ekstrak yang telah diperoleh pada tahap pengujian sebelumnya.

Berdasarkan hasil evaluasi fisik, seluruh formula *body lotion* ekstrak daun dewandaru menunjukkan karakteristik yang sesuai sebagai sediaan topikal. Pengamatan organoleptis memperlihatkan bahwa semua formula memiliki warna coklat, aroma khas ekstrak, serta tekstur semi padat. Hasil uji homogenitas menunjukkan tidak adanya partikel kasar maupun pemisahan komponen, yang menandakan bahwa bahan penyusun terdistribusi secara seragam dalam sediaan. Nilai pH setiap formula berada pada kisaran 7,08–7,14, sehingga masih memenuhi persyaratan **SNI** untuk sediaan *hand body lotion*. Pengukuran viskositas menghasilkan nilai antara 18.400–20.200 cps yang menunjukkan kekentalan sediaan masih berada dalam rentang yang dipersyaratkan. Selain itu, nilai daya lekat berkisar 1,04–1,28 detik, sedangkan daya sebar berada pada rentang 5,02–6,02 cm, yang mengindikasikan bahwa sediaan memiliki konsistensi yang baik dan mudah diratakan pada permukaan kulit. Seluruh formula juga menunjukkan tipe emulsi minyak dalam air (M/A), yang memiliki karakteristik mudah diaplikasikan, mudah dibersihkan menggunakan air, serta tidak meninggalkan rasa lengket setelah penggunaan. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa ketiga formula *body lotion* ekstrak daun dewandaru telah memenuhi persyaratan mutu fisik untuk sediaan topikal.

Konsentrasi ekstrak daun dewandaru merupakan salah satu faktor yang memengaruhi sifat fisik *body lotion*. Semakin tinggi kadar ekstrak yang ditambahkan, semakin pekat warna sediaan yang dihasilkan, yang diperkirakan disebabkan oleh meningkatnya kandungan senyawa fenolik dan flavonoid. Peningkatan konsentrasi ekstrak juga berpengaruh terhadap parameter fisik lainnya, terutama viskositas, daya lekat, dan daya sebar. Formula dengan kandungan ekstrak lebih tinggi menunjukkan kecenderungan memiliki viskositas dan daya lekat yang meningkat, sementara kemampuan penyebarannya sedikit menurun. Perubahan tersebut kemungkinan

disebabkan oleh bertambahnya total padatan dalam sistem emulsi sehingga kekentalan sediaan meningkat. Walaupun demikian, seluruh formula masih memenuhi persyaratan mutu fisik *body lotion*, sehingga tetap memberikan karakteristik yang sesuai untuk aplikasi topikal.

KESIMPULAN

Optimasi ekstraksi daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) menunjukkan bahwa suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap rendemen dan aktivitas tabir surya. Kondisi terbaik dalam rentang faktor yang diuji diperoleh pada suhu 80 °C selama 30 menit, menghasilkan rendemen 31,88% dan nilai SPF 39,90 yang termasuk kategori proteksi ultra. Ekstrak etanol daun dewandaru terbukti mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan dalam aktivitas fotoprotektif. Formulasi *body lotion* dengan konsentrasi ekstrak 5%, 10%, dan 15% memenuhi persyaratan mutu fisik, meliputi stabilitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, serta tipe emulsi minyak dalam air (M/A). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun dewandaru berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif tabir surya alami dalam sediaan *body lotion* yang efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Wahid Hasyim atas dukungan pendanaan melalui DIPA Universitas Wahid Hasyim dalam program Penelitian Kompetitif Tahun 2025, yang memungkinkan kegiatan ini terlaksana dengan baik.

PERNYATAAN ETIKA PUBLIKASI

Penulis menyatakan bahwa naskah ini merupakan karya asli, belum pernah dipublikasikan, dan tidak sedang dalam proses pengajuan pada jurnal lain. Penelitian dilakukan sesuai dengan kaidah ilmiah dan etika publikasi yang berlaku. Penulis juga menyatakan bahwa naskah ini bebas dari plagiarisme serta tidak terdapat konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K., Lokana, M., Budiarti, A. (2022). Antioxidant Activity of Dewandaru Leaf (*Eugenia Uniflora* L.) Ethanol Extract and Determination of Total Flavonoid and Phenolic Content. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(2), 161–71. <https://doi.org/10.35799/jis.v22i2.43556>.
- Anwar, K., Mardiyono, & Harmastuti, N. (2022). Karakteristik Pektin Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) dan Uji Kemampuan Adsorpsi Logam Berat pada Limbah Laboratorium Stifera Semarang. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(1), 8-16. <https://doi.org/10.35799/jis.v22i1.35537>.
- Arbiyani, E., Aziz, A., Nurunnisa, I., Gilang, M., & Latif, M. Z. (2023). Identifikasi Flavonoid dari Tanaman Dewandaru (*Eugenia Uniflora* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(5), 181–183. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7732420>.
- Cannavacciuolo, C., Pagliari, S., Celano, R., Campone, L., & Rastrelli, L. (2024). Critical Analysis of Green Extraction Techniques Used for Botanicals: Trends, Priorities, and Optimization Strategies—A Review. *Trends in Analytical Chemistry*, 173:117627. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.117627>.
- Fathur, A. H., Wicaksono, D., & Anwar, M. K. (2018). Evaluasi Model ANOVA Pada Optimasi Proses Ekstraksi: Signifikansi Model Dan Goodness-Of-Fit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Farmasi*, 10(2), 78–85.
- Febrianto, Y., Santar, N. P., & Setyaningsih, W. (2021). Formulasi dan Evaluasi Handbody Lotion Ekstrak Daun Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Trietanolamin dan Asam Stearat Sebagai Emulgator. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 4(1), 29–36.

- Gómez, P., Ruiz-Aceituno, L., & Sanz, M. L. (2024). Microwave-Assisted Extraction Of Phenolic Compounds From Plant Matrices: Recent Advances and Applications. *Molecules*, 29(18), 4102. <https://doi.org/10.3390/molecules29184102>.
- Haryati, N.A., Saleh, C., & Erwin. (2015). Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah dan Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Mulawarman* 13(1), 35–40.
- Hasibuan, A. S., Edrianto, V., & Purba, N. (2020). Skrining fitokimia ekstrak etanol umbi bawang merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Farmasimed (JFM)*, 2(2), 45–49. <https://doi.org/10.35451/jfm.v2i2.357>.
- Isdiyanti, S. I., Kurniasari, L., & Maharani, F. (2021). Ekstraksi Flavonoid Dari Daun Kersen (*Muntingia Calabura* L.) Menggunakan Metode MAE dan UAE. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia* 6(2), 105–109. <https://doi.org/10.31942/inteka.v6i2.5513>.
- Li, L., Chong, L., Huang, T., Ma, Y., Li, Y., & Ding, H. (2022). Natural products and extracts from plants as natural UV filters for sunscreens: A review." *Animal Models and Experimental Medicine* 6(3):183–195. <https://doi.org/10.1002/ame2.12331>.
- Lukmayani, Y., Najmudin, G. A., & Yuliawati, K. M. (2025). Testing Antioxidant Activity and Determining Flavonoid Contents Of Ethanol Extract Of Red Betel Leaves Using Maceration And Ultrasound-Assisted Extraction Methods. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 7(2), 179–191. <https://doi.org/10.29313/jiff.v7i2.3177>.
- Luthfi, A., Nasyanka, L., Na'imah, J., dan Asiyah, N. (2024). Penentuan Kategori Nilai Sun Protection Factor (SPF) Pada Produk Lotion Dengan Klaim UV Protection Yang Beredar di Pasar Gresik. *Journal of Food Safety and Processing Technology*, 2(1), 117–123. <https://doi.org/10.30587/jfspt.v2i1.8522>.
- Magalhães, C. G., Sola, I. M. M. S., Alberti, A., Ascari, J., & Nunes, D. S. (2025). Phenolic Compounds and Biological Potential of *Eugenia uniflora* L.: A Short Review." *Eclética Química* 50:e1589. <https://doi.org/10.26850/1678-4618.eq.v50.2025.e1589>.
- Manongko, A. A., Runtuwene, M. R. J., & Wewengkang, D. S. (2020). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tanaman Obat. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 9(2), 225–231. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.27429>.
- Melikoglu, M. (2025). Microwave-Assisted Extraction: Recent Advances in Optimization, Synergistic Approaches, and Applications for Green Chemistry. *Sustainable Chemistry for Climate Action*, 7:100122. <https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100122>.
- Milutinov, J., Pavlović, N., Ćirin, D., Atanacković Krstonošić, M., & Krstonošić, V. (2024). The Potential of Natural Compounds in UV Protection Products. *Molecules* 29(22), 5409. <https://doi.org/10.3390/molecules29225409>.
- Pramudya, P. A., Fahmi, A. S., dan Rianingsih, L. (2022). Optimasi Suhu dan Waktu Pengeringan Nori Berbahan Baku *Ulva lactuca* dan *Gelidium* sp. dengan Penambahan Perisa Bubuk Kepala Udang Menggunakan *Response Surface Methodology*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 4(2), 100–109. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2022.13708>.
- Rostagno, M. A., & Prado, J. M. (2013). Natural Product Extraction: Principles and Applications. *Royal Society of Chemistry, Cambridge*. <https://doi.org/10.1039/9781849737579>
- Silva, J. S., Sá, C. P. d., Santos, M. G. d., Rosado, C., Alves, F. R. S., Baby, A. R., & Reyes Torres, Y. (2025). Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) Peel Extracts in Dermocosmetics: A Systematic Review Highlighting Antioxidant and Photoprotective Research Gaps. *Cosmetics*, 12(5), <https://doi.org/10.3390/cosmetics12050182>.
- Suryani, M., Yulyana, A., Sumaiyah, S. (2025). Microwave-Assisted Extraction Enhances The Antioxidant And Anti-Diabetic Activities Of Polyphenol-Rich *Phyllanthus Emblica* Fruit Extract. *Discover Food*, 5(1), <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00133-4>.
- Tsiapali, O. I., Kontaxi, N.-I., Pavlidis, K., Ofrydopoulou, A., Tsoupras, A., Letsiou, S., & Mitropoulos, A. (2025). Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties Of Anti-UV Creams Enriched With Natural Extracts From Avocado, Apple, and Kiwi By-Products. *Cosmetics*, 12(5), 231. <https://doi.org/10.3390/cosmetics12050231>.
- Wahyuningtyas, F., Arifin, I., & Anwar, K. (2025). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) Serta Penentuan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total. *Jurnal Ilmiah Sains*, 25(1):1–12. <https://doi.org/10.35799/jis.v25i1.57255>.
- Wang, N., Zhu, H., Wang, M., Zhao, S., Sun, G., & Li, Z. (2025). Recent Advancements in Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 18(3), 2083–2100. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03574-y>.
- Wulanawati, A., Epriyani, C., & Sutanto, E. (2025). Analisis Stabilitas Lotion Menggunakan Emulsifier Hasil Penyabunan Minyak dan Alkali. *Jurnal Farmamedika*, 4(1), 51–59.

<https://doi.org/10.47219/ath.v4i1.51>.

Yulianti, E., Adelsa, A., & Putri, A. (2015). The Determination of SPF (Sun Protection Factor) Value of 70 % Ethanol Extract Curcuma Mangga and 70 % Ethanol Extract Curcuma Mangga Cream In Vitro using Spektrofotometry Method. *Majalah Kesehatan FKUB*, 2(1), 41-50. <https://majalahfk.ub.ac.id/index.php/mkfkub/article/view/52>.